

PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI PENGISIAN BATERAI LEAD ACID MENGUNAKAN SOLAR CELL DENGAN MENGGUNAKAN METODE THREE STEPS CHARGING

*DESIGN AND IMPLEMENTATION OF CHARGING LEAD ACID BATTERY
USING SOLAR CELL WITH THREE STEPS CHARGING METHOD*

Riandanu Aldy Sadewo¹, [Ekky Kurniawan, S.T., M.T.](mailto:Ekky.Kurniawan@telkomuniversity.ac.id)², [Kharisma Bani Adam, S.T., M.T.](mailto:Kharisma.Bani.Adam@telkomuniversity.ac.id)³

^{1,3}Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹riandanualdy@students.telkomuniversity.ac.id, ²ekkykurniawan@telkomuniversity.ac.id,

³kharismaadam@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Pengisian baterai lead acid ini menggunakan metode *three steps charging*. Selain itu pengisian baterai *lead acid* ini juga memiliki kelebihan yaitu pengisian baterai lead acid ini akan mempertahankan baterai supaya dalam keadaan penuh. Pengisian baterai *lead acid* ini akan otomatis mengisi tegangan pada baterai ketika tegangan pada baterai tidak penuh atau berkurang. Pengisian baterai *lead acid* ini nantinya bisa dikembangkan untuk aki yang berdaya cukup besar yang digunakan untuk mencakup 1 rumah yang sumber masukannya menggunakan *solar cell*. Pada tugas akhir ini penulis mengharapkan dengan menggunakan metode *three steps charging* pengisian baterai *lead acid* ini dapat menghasilkan pengisian baterai yang akan menjaga baterai supaya dalam keadaan penuh dan dapat memperpanjang umur pada baterai karena dapat menghindari *overcharging* pada baterai tersebut. Jika menggunakan *constant voltage* atau *constant current* waktu pengisian adalah 12-16 jam, karena di metode *three steps charging* terdapat *topping charge* sehingga pengisian dapat secepat sistem baterai lainnya. Pengujian tugas akhir akan dilakukan dengan 3 keadaan baterai yaitu kurang dari 70 %, diantara 70 % dan 90 % dan diatas 90 %, supaya dapat membuktikan metode *three step charging* tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah membuat sistem *charging control* yang dapat mengisi baterai sesuai kapasitas dari baterai tersebut.

Kata kunci Solar Cell, Pengisian Baterai, Lead Acid Battery, Three Steps Charging

Abstract

Charging lead acid battery using solar cell with three steps charging method. Besides charging lead acid batteries also have the advantage that the charging of lead acid battery so that it will retain in full. Charging lead acid batteries will automatically charge voltage on the battery when the voltage of the battery is not full or reduced. The lead acid battery charging will be developed for battery-powered large enough that used to cover one house that uses solar cell input source. On this final project, the author expects to use the method of

charging the three steps lead acid battery charging can result in battery charging will keep the battery in a state so full and can extend the life of the battery because it can avoid overcharging on the battery. If using constant voltage or constant current charging time is 12-16 hours, as in the method of charging three steps are topping charge so that charging can be as fast as other battery systems. Testing of the final project will be done by three state of the battery is less than 70%, between 70% and 90% and above 90%, in order to prove the method of three-step charging. The goal of this research is to make a control charging can charge the battery according to the capacity of the battery.

Keywords: Solar Cell, Charging Battery , Lead Acid Battery, Three Steps Charging

1. Pendahuluan

Dalam penggunaan baterai sebagai sumber catu daya satu-satunya kurang efisien jika benda elektronik sering digunakan. Seringnya mengisi baterai secara terus menerus meskipun daya pada baterai sudah maksimal sangat kurang efisien karena menyebabkan baterai tersebut semakin cepat rusak. Banyak sekali alat pengisi baterai yang hanya menggunakan saklar on atau off atau menggunakan timer untuk mematikan alat tersebut padahal itu akan membuat baterai tersebut semakin cepat rusak karena kita hanya bisa memperkirakan kapan baterai tersebut sudah penuh.

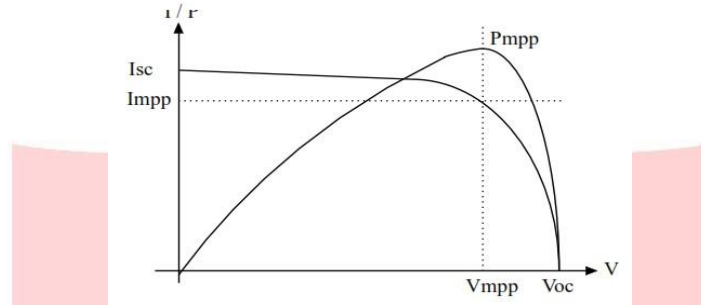
Karena kurangnya efisiensi pengisian pada baterai tersebut Pada tugas akhir ini penulis akan merancang dan membuat pengisian baterai lead acid yang bersumber dari pemanfaatan *solar cell* dengan metode *three steps charging* yaitu *Constant current charge*, *Topping charge* dan *float charge*. Kelebihan *three steps charging* adalah pada saat tahap *Topping charge* mengisi baterai dengan arus yang semakin mengecil dan menyebabkan keadaan saturasi sedangkan pada tahap *Float charge* digunakan untuk mengganti kerugian yang disebabkan oleh self-discharge. Komponen yang akan digunakan pada tugas akhir ini meliputi *solar cell* 0-19 volt 20 watt sebagai sumber tegangan, *DC to DC Converter Type Buck* yang dihubungkan dengan mikrokontroler dan MOSFET yang berfungsi sebagai saklar untuk mengendalikan sinyal PWM yang berasal dari mikrokontroler sehingga level tegangan output dapat sesuai dengan PWM yang diberikan oleh mikrokontroler. PWM ini dihasilkan dari perhitungan duty cycle antara tegangan output dari *solar cell* dengan tegangan baterai yang dibaca oleh *voltage sensor*. Dari *Buck Converter* akan mengeluarkan tegangan output sesuai dengan PWM yang diberikan oleh mikrokontroler dan hasil keluaran dari *Buck Converter* akan digunakan untuk mengisi baterai. Dan penulis menggunakan sensor tegangan untuk mengetahui tegangan baterai supaya dapat menentukan baterai lead acid tersebut membutuhkan tegangan input untuk mengisi pada baterai tersebut. Ketika tegangan baterai sudah maksimal maka sistem pengisian baterai ini akan berhenti mengisi baterai tersebut.

2. Material dan Metodologi

2.1 Photovoltaics

Teknologi *photovoltaics* (PV) pada dasarnya berkaitan dengan konversi energi matahari ke bentuk energi listrik yang dapat digunakan. Elemen dasar dari sistem *photovoltaics* adalah sel surya. Sel surya dapat mengubah energi sinar matahari secara langsung menjadi energi listrik. Sebuah plot daya (P) terhadap tegangan (V) untuk

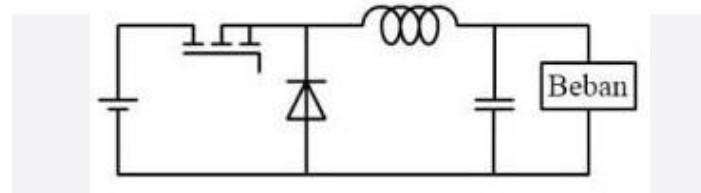
perangkat solar cell yang menunjukkan bahwa ada titik unik pada kurva I-V di mana sel surya akan menghasilkan daya maksimum. Hal ini dikenal sebagai power point maksimum (V_{mp} , I_{mp}). untuk memaksimalkan output daya



Gambar 1. Karakteristik untuk solar cell, Current vs Voltage (I-V) and current vs power (I-P)

2.2 Buck Converter

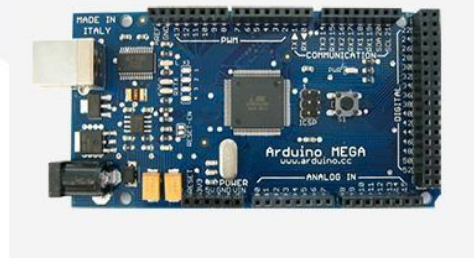
Buck Converter adalah salah satu DC to DC Converter yang berfungsi untuk menurunkan tegangan DC. Konverter tipe buck ini mempunyai tegangan output yang lebih kecil dibandingkan dengan tegangan inputnya.



Gambar 2. Rangkaian Buck Converter.

2.3 Arduino Mega

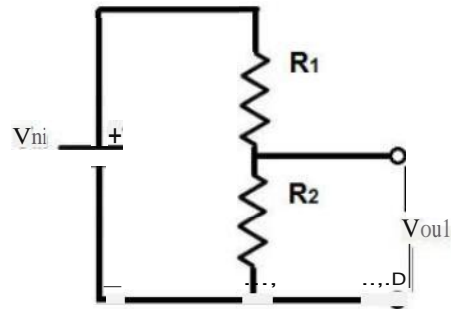
Arduino Mega adalah papan mikrokontroler yang berdasarkan pada ATmega1280. Arduino Mega memiliki 54 digital pin input / output (dimana 14 dapat digunakan sebagai output PWM), 16 input analog, 4 UART, 16 MHz kristal kuarsa, koneksi USB, jack listrik, header ICSP dan tombol reset.



Gambar 3. Relay

2.4 Sensor Tegangan

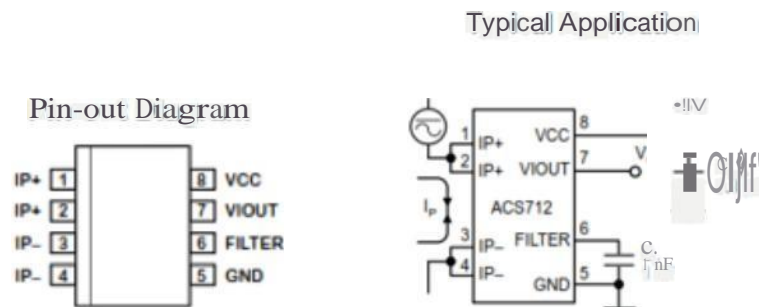
Sensor tegangan adalah suatu alat yang mengukur tegangan pada alat elektronik. Sensor tegangan umumnya berupa sebuah rangkaian pembagi tegangan atau yang biasa disebut voltage divider. Dengan menggunakan perhitungan $V_i = V \cdot (R_2 / (R_1 + R_2))$ dan rangkaian pada gambar 2.8., tegangan pada baterai akan di konversikan ke dalam tegangan yang dapat di baca mikrokontroler yaitu nol sampai lima volt. Lalu tegangan diterjemahkan menjadi satuan digital melalui mikrokontroler agar dapat kita atur lebih lanjut.



Gambar 4. Sensor Tegangan

2.5 Sensor Arus

Rangkaian sensor arus ini mengkondisikan arus listrik disearahkan terlebih dahulu oleh konfigurasi diode sebelum masuk ke pin sensor. Karena alasan penyearahan ini maka sensor arus mendeteksi setengah dari arus beban yang sebenarnya. Arus tersebut masuk kedua pin IP+ kemudian keluar dua pin IP-. Prinsip kerja sensor arus ini adalah mendeteksi medan magnet dari kawat berarus dengan IC Hall efek yang sudah terintegrasi di dalamnya. Besar arus yang masuk akan sebanding dengan besar medan magnet yang ditimbulkan. Agak riak yang dihasilkan berkurang maka output sensor difilter sebelum masuk ke pin ADC pada mikrokontroler. ketika pertama kali diberi catu daya, sensor ini akan mengeluarkan output tegangan sekitar 1,3V. Nilai tegangan ini selanjutnya akan dijadikan set point secara software di dalam program.



Gambar 5. Sensor Arus

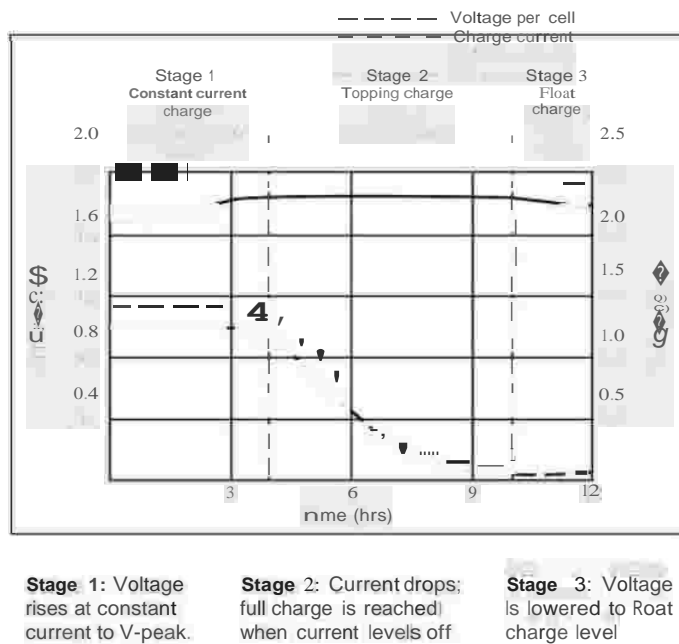
2.6 Baterai

Baterai atau *akumulator* adalah sebuah sel listrik dimana didalamnya berlangsung proses elektrokimia yang *reversibel* (dapat berbalikan) dengan efisiensinya yang tinggi. Yang dimaksud dengan proses elektrokimia reversibel, adalah didalam baterai dapat berlangsung proses pengubahan kimia menjadi tenaga listrik (proses pengosongan), dan sebaliknya dari tenaga listrik menjadi tenaga kimia, pengisian kembali dengan cara regenerasi dari elektroda-elektroda yang dipakai, yaitu dengan melewati arus listrik dalam arah (polaritas) yang berlawanan didalam sel. Tiap sel baterai ini terdiri dari dua macam elektroda yang berlainan, yaitu elektroda positif dan elektroda negatif yang dicelupkan dalam suatu larutan kimia.

2.7 Metode Pengisian Baterai Lead-Acid

Baterai *Lead Acid* sebaiknya diisi dalam tiga tahap, yaitu *Constant Current Charge*, *Topping Charge* dan *Float Charge*. *Constant Current Charge* menerapkan sebagian besar beban muatan dan mengambil kira – kira setengah dari waktu pengisian yang dibutuhkan. *Topping Charge* mengisi baterai dengan arus yang semakin mengecil dan menyebabkan keadaan saturasi. *Float Charge* mengganti kerugian yang disebabkan oleh self-discharge.

Selama *Constant Current Charge*, muatan baterai akan diisi 70 persen dalam waktu 5-8 jam, 30 persen sisanya akan dipenuhi dengan cara *Topping Charge* yang berlangsung selama 7-10 jam. *Topping charge* sangat penting untuk memperpanjang umur pada baterai. Jika baterai terus digunakan maka akhirnya baterai akan kehilangan kemampuan untuk menerima muatan penuh dan kinerja akan menurun karena *sulfation*. *Float charge* ditahap ketiga akan mempertahankan baterai supaya dalam keadaan penuh.



Gambar 6 Tahapan Three Steps Charging

3. Pembahasan

3.1 Pengambilan data karakteristik Photovoltaic yang digunakan.

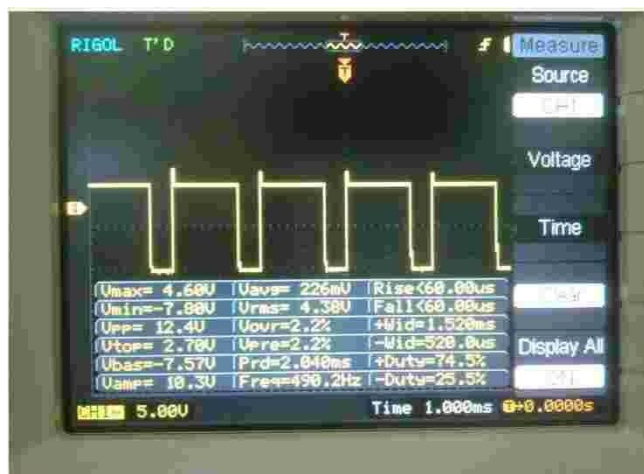
Dilakukan pengambilan data karakteristik *photovoltaic* yang digunakan untuk melihat keluaran tegangan dan arus sebagai bahan perbandingan dalam pengujian MPPT

Tabel 1 Hasil Pengujian Photovoltaic

Resistansi (Ohm)	Tegangan (volt)	Arus (Ampere)	Daya (Watt)
10	13	1,28	16,64
18	17,7	0,95	16,815
20	17,9	0,8	14,32
27	18,4	0,6	11,04
28	18	0,63	11,34
36	18	0,49	8,82
37	18,1	0,47	8,5
39	18,5	0,45	8,325
45	18,2	0,39	7,098
63	18,1	0,27	4,887
72	18,2	0,23	4,186
76	18,1	0,21	3,801
84	18,2	0,2	3,64
93	18,1	0.18	3,258

3.2 Pengujian sinyal PWM dari mikrokontroller ke driver mosfet TLP 250

Dilakukan pengujian terhadap kemampuan driver agar dapat mengetahui driver berfungsi dengan baik menyampaikan perintah dari mikrokontroller ke rangkaian buck converter. Pengujian driver dilakukan dengan mengukur kondisi tegangan pada keluaran dari kaki driver. Masukkan driver berasal dari PWM mikrokontroller.



Gambar 8 Sinyal Keluaran Driver TLP 250

3.3 Pengujian rangkaian buck converter menggunakan photovoltaic dan beban resistor dengan nilai duty cycle yang diubah-ubah

Untuk membuktikan bahwa rangkaian buck converter ini berfungsi dengan baik dilakukan pengujian rangkaian buck converter dengan beban resistor = 39 Ω. Pengujian dilakukan dengan nilai duty cycle diubah dari 0,3 berubah secara bertahap sampai duty cycle bernilai 1.

Tabel 2 Pengujian Buck Converter

PWM	Duty Cycle (%)	Vin (V)	Iin (A)	Vout (V)	Iout (A)	Pin (Watt)	Efisiensi Daya (%)
128	0,5	12.48	0.06	5.89	0.12	0.7488	94.391
153	0,6	12.46	0.10	7.11	0.15	1.246	85.593
79	0,7	12.44	0.13	8.41	0.18	1.6172	93.606
204	0,8	12.43	0.18	9.68	0.20	2.2374	86.529
230	0,9	12.43	0.23	10.95	0.25	2.8589	95.753
255	1	12.41	0.28	12.10	0.27	3.4748	94.019
							91.648

3.4 Pengujian Perolehan Daya dari *Photovoltaic* dengan menggunakan sistem MPPT Metode P&O

Untuk mengetahui kinerja algoritma P&O pada pencarian titik daya maksimum, maka dilakukan pengambilan data dengan menggunakan mikrokontroler ATmega 2560 beserta algoritma P&O. Pengambilan data diambil pada pukul 10.30. pengujian P&O dibawah ini dilakukan dengan nilai *perturbation* = 0.2. Pada *photovoltaic* dipasang resistor 27 ohm dan output pada buck dipasang resistor 27 ohm.

Tabel 4 Perolehan Data Dengan Menggunakan Sistem MPPT Metode P&O

Time (s)	Vin (V)	Iin (A)	Pin(watt)	Increase (v)	Decrease (v)	Vout (V)	Iout (A)	PWM
1	18.13	0.6	10.91	18.33	0	12.61	0.58	194
2	18.11	0.62	11.17	18.31	0	13.00	0.6	194
3	18.06	0.62	11.17	18.26	0	12.98	0.63	195
4	18.08	0.61	11.04	0	17.88	13.03	0.61	195
5	18.16	0.62	11.20	18.36	0	13.05	0.61	194
6	18.13	0.60	10.87	0	17.93	13.00	0.6	194
7	18.11	0.61	11.00	18.31	0	12.98	0.61	194
8	18.11	0.61	11.00	0	17.91	12.95	0.62	194
9	18.11	0.64	11.52	18.31	0	12.93	0.59	194
10	18.13	0.62	11.30	0	17.93	12.93	0.61	194

3.5 Pengujian Sistem Control Charging Dengan Menggunakan *Photovoltaic* dan Baterai.

Untuk Mengetahui kinerja dari Sistem Control Charging menggunakan metode *Three Step Charging* maka dilakukan pengambilan data dengan menggunakan *Photovoltaic*. Pengambilan data diambil setiap 10 menit dan akan

dibagi 3 tabel yaitu Tabel untuk *Constant Current Charge*, Tabel untuk *Topping Charge* dan Tabel untuk *Float Charge*.

Tabel 1 Hasil Data Pengujian untuk *Constant Current Charge*

Menit	Tegangan Input (V)	Arus Input (A)	Tegangan Baterai (V)	Tegangan Output (V)	Arus Output (A)
0	14.24	0.60	10.88	11.76	0.35
10	14.40	0.66	11.20	12.13	0.36
20	13.96	0.70	11.15	12.06	0.36
30	14.97	0.83	11.38	12.36	0.43
40	13.84	0.80	11.20	12.11	0.43
50	15.09	0.75	11.47	12.45	0.43
60	14.80	0.73	11.49	12.43	0.44
70	14.85	0.76	11.54	12.49	0.43
80	15.11	0.74	11.63	12.59	0.42
90	15.20	0.75	11.67	12.63	0.42
100	15.27	0.76	11.74	12.70	0.42
110	15.32	0.71	11.79	12.75	0.41
120	15.16	0.72	11.79	12.72	0.42
130	15.20	0.79	11.92	12.86	0.42
140	15.02	0.74	11.92	12.86	0.41
150	15.34	0.78	12.01	12.95	0.41
160	15.49	0.46	11.99	13.00	0.37
170	15.30	0.52	12.08	13.04	0.37
180	15.77	0.51	12.26	13.23	0.39
190	13.94	0.67	12.10	13.04	0.39
200	15.16	0.48	12.17	13.11	0.39
210	15.11	0.53	12.17	13.11	0.39
213	15.87	0.54	12.33	13.26	0.44

Tabel 6 Hasil Data Pengujian untuk *Topping Charge*

Menit	Tegangan Input (V)	Arus Input (A)	Tegangan Baterai (V)	Tegangan Output (V)	Arus Output (A)
0	15.87	0.58	12.42	13.36	0.06
10	16.06	0.57	12.56	13.50	0.06
12	16.13	0.58	12.54	13.47	0.06

Tabel 7 Hasil Data Pengujian untuk *Float Charge*

Menit	Tegangan Input (V)	Arus Input (A)	Tegangan Baterai (V)	Tegangan Output (V)	Arus Output (A)
0	16.51	0.60	12.66	13.54	0.02
10	16.35	0.52	12.66	13.57	0.02
20	16.37	0.59	12.66	13.57	0.02
30	16.37	0.51	12.68	13.59	0.02
37	16.39	0.56	12.73	13.66	0.02

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi dan pengujian keseluruhan pada tugas akhir ini, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Titik maksimum *photovoltaic* dipengaruhi oleh suhu, radiasi, dan nilai resistansi yang terpasang di bagian keluaran sistem.
2. Dari hasil pengujian rata-rata Efisiensi daya *buck converter* terhadap *duty cycle* sebesar 91.648%.
3. Pada pengujian menggunakan batas tegangan dibawah 12 Volt DC lebih efisien untuk meminimalisir drop tegangan pada baterai ketika digunakan.
4. Perbedaan kinerja dari setiap tempat berbeda-beda sesuai dengan intensitas cahaya matahari yang dapat diserap oleh solar cell di tempat tersebut.

5. . Daftar Pustaka

- [1] Rashid, Muhammad H. Power Electronics Handbook. Canada : ACADEMIC PRESS,2001.
- [2] Rashid, Muhammad H. 2004.Power Electronics Circuit, Device, and Applications, 3rd ed. United States of America : Pearson Prentice Hall.
- [3] Claus Kuhnel, AVR RISC Microcontroller Handbook, Butterworth-Heinemann: Woburn, 1998.
- [4] Arduino, Arduino Uno, <https://www.arduino.cc/en/Main/arduinoBoardMega>. Diakses tanggal 20 September 2016
- [5] Zuhail, Dasar Tenaga Listrik, Bandung: Penerbit ITB, 1991.
- [6] Aslimeri, dkk. 2008. Teknik Transmisi Tenaga Listrik. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional.
- [7] R.L. YUNI. 2016. "RANCANG BANGUN BIDIRECTIONAL CONVERTER MENGGUNAKAN KONTROL PROPORTIONAL-INTEGRAL UNTUK SISTEM PENEREMAN REGENERATIF". Universitas Telkom.
- [8] Aslimeri, dkk. 2008. Teknik Transmisi Tenaga Listrik. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional.
- [9] Segara, Alief Prisma Bayu, Dedet Candra Riawan, dan Heri Suryoatmojo. JURNAL TEKNIK POMITS Vol. 1, No. 1, (2013) 1-6 20, 2013. Monitoring Kinerja Baterai Berbasis Timbal untuk Sistem Photovoltaic.
- [10] Batteryuniversity, BU-403: Charging Lead Acid, http://batteryuniversity.com/learn/article/charging_the_lead_acid_battery diakses tanggal 23 September 2016.

- [11] M.A Elgendy, B.Zahawi, D.J Atkinson. 2012. "Evaluation of Perturb and Observe MPPT Algorithm Implementation Techniques", The Institution of Engineering and Technology (IET).

